

The English translation of paragraph 50th of JPA7-336910

[0050] In the above embodiment, since the equipment is composed of analog circuit, it is possible to miniaturize them. For this reason, each cell of the solar cells 10 can be mounted with an individual electric storage device. Doing so makes it possible to optimally control or efficiently operate each single cell of the solar cells 10.

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

JPA07-336910

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07336910 A**(43) Date of publication of application: **22.12.95**

(51) Int. Cl.

H02J 7/35
G05F 1/67
H01L 31/04

(21) Application number: **06130337**(22) Date of filing: **13.06.94**(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP**

(72) Inventor: **HAYASHI HIROTADA**
KONDOU MOTOYUKI
GOTO KEN

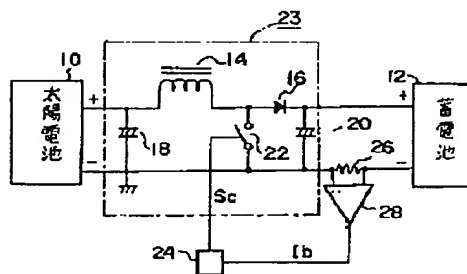
**(54) ACCUMULATOR OF POWER GENERATED BY
 SOLAR BATTERY**

(57) Abstract:

PURPOSE: To accumulate the power generated by a solar battery efficiently with simple constitution without using an expensive circuit such as a microcomputer, etc.

CONSTITUTION: A voltmeter 28 detects the charge current I_b of an accumulator 12, and on the basis of this charge current I_b , a control signal Sc is outputted from a control circuit 24. By this control signal Sc the opening and closing of a switch 22 are controlled so that the charge current I_b may be maximum.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-336910

(43) 公開日 平成7年(1995)12月22日

(51) Int. Cl. ⁶

H02J 7/35

G05F 1/67

H01L 31/04

識別記号

F

庁内整理番号

A 4237-5H

F I

技術表示箇所

H01L 31/04

K

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全7頁)

(21) 出願番号 特願平6-130337

(22) 出願日 平成6年(1994)6月13日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 林 宏直

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 近藤 基志

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 後藤 建

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

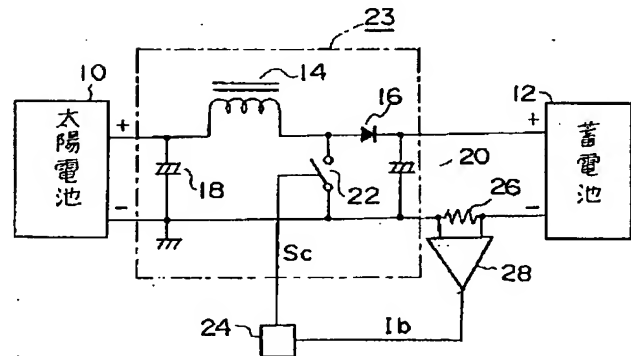
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 太陽電池発電電力の蓄電装置

(57) 【要約】

【目的】 太陽電池から発電された電力を、マイコン等の高価な回路を用いずに、簡単な構成で効率的に蓄電できる太陽電池発電電力の蓄電装置を提供する。

【構成】 電圧計28により蓄電池12の充電電流Ibを検出し、この充電電流Ibに基づいて制御回路24から制御信号Scが出される。この制御信号Scによりスイッチ22の開閉が制御され、充電電流Ibが最大となるように制御される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 太陽電池発電電力の蓄電装置であって、太陽電池で発電される電圧を変化させる変圧手段と、前記変圧手段から出力される電力を蓄える蓄電池の充電電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段により検出される電流が最大となるように前記変圧手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする太陽電池発電電力の蓄電装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の太陽電池発電電力の蓄電装置において、前記制御手段は、所定周期で振動する周期信号を発生するディザ回路と、前記ディザ回路から発生された周期信号の最大値および最小値のタイミングで前記電流検出手段による電流検出値をそれぞれサンプルホールドする一対のサンプルホールド回路と、前記各サンプルホールド回路の出力を比較する比較器と、前記比較器の出力信号を積分する積分器と、前記積分器の出力信号と前記ディザ回路から発生された周期信号とを加算する加算器と、前記加算器の出力信号をパルス幅変調し、前記変圧手段を制御するための制御信号を発生する変調回路と、を備え、前記比較器が、前記周期信号の最大値のタイミングにおける前記電流検出値が前記周期信号の最小値のタイミングにおける前記電流検出値より大きい場合には前記積分器の出力を増加させ、小さい場合には減少させるように信号を出力することを特徴とする太陽電池発電電力の蓄電装置。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 記載の太陽電池発電電力の蓄電装置を備えることを特徴とする太陽電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は太陽電池発電電力の蓄電装置、特に太陽電池で発電された電力を効率よく蓄電池に充電する太陽電池発電電力の蓄電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 太陽電池は、光のエネルギーを電気エネルギーに直接変換する素子であり、図 8 の電圧-電流 ($V-I$) 特性図に示されるように、光強度の増加と共に、発電電流および発電電圧が増加していく。

【0003】 また太陽電池には、図 8 からわかるように、光強度を一定とした場合に、発電電圧 V が小さいうちは発電電流値がほぼ一定であり、発電電圧 V が所定値を越えると発電電流が低下するという特性がある。このため、発電電圧と発電電流の積である電力が最大となる所定電圧 V_p が存在する。この様子が図 9 に示される。太陽電池で発電された電力を効率よく蓄電池に蓄えるためには、この電力が最大となる点で蓄電操作を行う必要

がある。

【0004】 一方、太陽電池から発電される電力は、上述のように光強度によって変化するほか、太陽電池の温度によっても変化する。図 10 には、太陽電池の温度 T と、発生する電力が最大となる最適電圧 V_p との関係が示される。

【0005】 以上のように、太陽電池の動作条件によって上述の V_p が変化するので、蓄電操作を常に太陽電池が発電する電力の最大点で行えるよう制御することが従来から行われている。例えば特開平 3-253234 号公報には、太陽電池と蓄電池との間に DC/DC コンバータを直列に接続し、この DC/DC コンバータの入力及び出力側の電圧と、出力側の電流、および予め決められた基準電圧とから DC/DC コンバータの出力電圧を制御する太陽光発電装置が開示されている。

【0006】 更に他の制御方式の例が図 11 および図 12 に示される。

【0007】 図 11 に示される例においては、図 10 に示される太陽電池の特性を利用している。すなわち、メモリ 50 に図 10 の特性関係を記憶しておき、太陽電池の温度 T に基づいて、メモリ 50 から最適電圧 V_p を算出し、この最適電圧 V_p から太陽電池の発電電圧 V を減算器 52 で減算する。この減算器 52 の出力は積分器 54、パルス幅変調 (PWM) 回路 56 を介してパルス幅変調された制御信号に変換されて出力され、この制御信号によって発電電圧 V が上記最適電圧 V_p と一致するように制御される。

【0008】 また、図 12 に示される例においては、太陽電池の発電電圧 V 、発電電流 I のアナログ信号が A/D コンバータ 58 によりデジタル信号に変換され、A/D コンバータ 58 の電圧出力と電流出力とが乗算器 60 により乗算される。乗算器 60 の出力は最大値制御回路 62 に入力され、乗算器 60 の出力が最大値になるような制御出力が最大値制御回路 62 から出力される。最大値制御回路 62 の出力であるデジタル信号は D/A コンバータ 64 によりアナログ信号に変換され、PWM 回路 66 を介してパルス幅変調された制御信号として出力され、この制御信号によって乗算器 60 の出力が最大値になるように制御される。

【0009】 なお、上記乗算器 60、最大値制御回路 62、D/A コンバータ 64 はマイクロコンピュータ 68 で構成されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、以上のように構成されている従来装置には、それぞれ次のような問題点があった。

【0011】 まず、特開平 3-253234 号公報に記載されている従来例は、検出するべき電圧および電流が複数存在し、かつ基準電圧を発生する手段を有するので、回路構成が複雑になり、コストアップになるという

問題があった。

【0012】また、図11に示される従来例は、アナログ回路で構成でき、回路構成は比較的簡単にできるが、メモリ50の誤差が大きいという問題と、センサ取り付け場所のバラツキや電池間のバラツキにより生じる電池の温度特性のバラツキを吸収できないという問題とがあった。

【0013】更に、図12に示される従来例は、A/Dコンバータ58やマイクロコンピュータ68等を使用するので、回路構成が複雑となりコスト高で形状も大きくなるという問題に加え、消費電流が大きく、一定以下の光の下では発電量より消費電力の方が大きくなり使用する意味がなくなるという問題があった。

【0014】本発明は、上記従来例の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、太陽電池から発電された電力を、マイコン等の高価な回路を用いずに、簡単な構成で効率的に蓄電できる太陽電池発電電力の蓄電装置を提供することにある。また、このような蓄電装置を備える太陽電池を提供することも目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本願の請求項1に係る発明は、太陽電池発電電力の蓄電装置であって、太陽電池で発電される電圧を変化させる変圧手段と、前記変圧手段から出力される電力を蓄える蓄電池の充電電流を検出する電流検出手段と、前記電流検出手段により検出される電流が最大となるように前記変圧手段を制御する制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0016】本願の請求項2に係る発明は、請求項1記載の太陽電池発電電力の蓄電装置において、前記制御手段は、所定周期で振動する周期信号を発生するディザ回路と、前記ディザ回路から発生された周期信号の最大値および最小値のタイミングで前記電流検出手段による電流検出値をそれぞれサンプルホールドする一対のサンプルホールド回路と、前記各サンプルホールド回路の出力を比較する比較器と、前記比較器の出力信号を積分する積分器と、前記積分器の出力信号と前記ディザ回路から発生された周期信号とを加算する加算器と、前記加算器の出力信号をパルス幅変調し、前記変圧手段を制御するための制御信号を発生する変調回路と、を備え、前記比較器が、前記周期信号の最大値のタイミングにおける前記電流検出値が前記周期信号の最小値のタイミングにおける前記電流検出値より大きい場合には前記積分器の出力を増加させ、小さい場合には減少させるように信号を出力することを特徴とする。

【0017】本願の請求項3に係る発明は、請求項1または請求項2記載の太陽電池発電電力の蓄電装置を備えることを特徴とする。

【0018】

【作用】従って、請求項1に係る発明によれば、太陽電

池から発電される電力を最も効率よく蓄電池に充電するために、蓄電池の充電電流のみを検出し、この充電電流が最大値となるような制御を行うので、回路構成が簡単になり装置を小型化できる。

【0019】請求項2に係る発明によれば、回路を全てアナログ回路で構成したことにより、マイコン等の高価な回路を用いる必要がなく、低コストで高い信頼性が得られるとともに、装置を小型化でき消費電流を低くおさえることができる。

【0020】請求項3に係る発明によれば、太陽電池と太陽電池発電電力の蓄電装置とを一体化できる。

【0021】

【実施例】以下、本発明の好適な実施例を図面に基づいて説明する。

【0022】図1には、本実施例に係る太陽電池発電電力の蓄電装置の基本構成の回路図が示される。太陽電池10と蓄電池12の間にはチョークコイル14、ダイオード16、コンデンサ18、20およびスイッチ22により構成される変圧手段23が接続されている。変圧手段23ではチョークコイル14とスイッチ22とを組み合わせ、スイッチ22の開閉により変圧動作が行われるが、その際発生するリップルはコンデンサ18、20により除去される。また、蓄電池12と変圧手段23の出力電圧とが逆転した場合、蓄電池12からの電流の逆流を防止するためにダイオード16が使用されている。なお、本実施例の変圧手段23には、いわゆる昇圧型が使用されているが、降圧型も使用することができる。

【0023】スイッチ22は、例えばバイポーラトランジスタ、FET等のスイッチング素子で構成される。このスイッチ22は、本発明の制御手段である制御回路24からの制御信号Scによりその開閉が制御される。制御回路24は、蓄電池12の充電電流Ibにより制御信号Scを発生するが、この充電電流Ibはシャント抵抗26を流れる電流を電流検出手段としての電圧計28により測定して検出する。

【0024】次に、図1の回路の動作について説明する。

【0025】上述の従来例でも説明したように、太陽電池10で発電される電力を効率よく蓄電池12に充電するためには、太陽電池10の発電電力が最大になる点で充電操作を行う必要がある。太陽電池10の発電電圧をVc、発電電流をIcとし、蓄電池12の充電電圧をVbとして、充電電流は上述の通りIbなので、太陽電池10の発電電力Pは、

$$P = V_c \times I_c = V_b \times I_b \quad (1)$$

となる。ここで、一般に蓄電池12においては充電電圧Vbが充電操作中ほぼ一定になっているので、太陽電池10の発電電力Pが最大になる点は、充電電流Ibが最大になる点とほぼ等しくなる。またこの点では、太陽電池10の発電電圧Vcが図9に示されたVpに一致して

いる。

【0026】従って、本実施例においては、電圧計28により測定される充電電流I_bが最大になるように、制御回路24によって変圧手段23のスイッチ22の開閉を制御している。これにより、太陽電池10の発電電力を効率よく充電することができる。

【0027】図1において、蓄電池12の充電電流の値が電流測定用電圧計28から制御回路24に入力され、制御回路24から制御信号S_cが出力されて、この制御信号S_cによりスイッチ22の開と閉との時間の比が決定される。変圧手段23では、スイッチ22の開と閉との時間の比によって入出力電圧の比が決定される。

【0028】一方、上述の通り、蓄電池12の充電電圧V_bは充電操作中一定なので、スイッチ22の動作により太陽電池10の発電電圧V_c、発電電流I_cが変化し、充電電流I_bが最大に制御される。より具体的には、発電電圧V_cが上記V_pに一致するようにスイッチ22の開と閉との時間の比が制御される。

【0029】以上の構成によれば、蓄電池10の充電電圧V_bに依存しない制御ができるため、太陽電池10の電圧を自由に選ぶことができる。また、スイッチ22を開にしておけば、回路を切替えることなくスルーとして使えるので、シンプルで信頼性も高くなる。

【0030】図2には、上述の制御回路24の構成のブロック図が示される。図2において、充電電流I_bは、2つのサンプルホールド回路30、32にサンプルホールドされる。このサンプルホールドのタイミングは、ディザ回路34によって決定される。すなわち、ディザ回路34では所定周期で振動する周期信号が発生される。例えば、本実施例では三角波信号が使用されている。この信号の最大値と最小値のタイミングで上述のサンプルホールドが行われる。図2では、最大値のタイミングがA、最小値のタイミングがBで示されるが、サンプルホールド回路30には最大値のタイミングAで、サンプルホールド回路32には最小値のタイミングBで充電電流I_bがそれぞれサンプルホールドされる。

【0031】サンプルホールド回路30、32にサンプルホールドされた充電電流I_bは、比較器36で比較され、サンプルホールド回路30のホールド値からサンプルホールド回路32のホールド値が減算される。また、比較器36の出力は積分器38により積分される。つまり、本実施例においてはP_i制御が用いられている。

【0032】積分器38の出力は、加算器40でディザ回路34の出力信号、すなわち三角波信号と加え合わせられる。この加算器40の出力は、比較器42の反転端子に入力される。また、比較器42の非反転端子には三角波信号発信器44から三角波信号が入力され、前述の加算器40の出力との大小によりパルス幅変調されたパルス信号が比較器42から出力される。このパルス信号がスイッチ22の制御信号S_cとなる。この場合、加算

器40の出力が三角波信号より高い時にはパルス信号が高レベルとなり、逆の時は低レベルとなるので、加算器40の出力の高低によりパルス信号のデューティ比が決定される。ここで比較器42と三角波信号発信器44とは本発明の変調回路を構成する。

【0033】次に、上記制御回路24の動作と変圧手段23の制御方式とについて説明する。

【0034】上述したように、比較器42の出力であるパルス信号によりスイッチ22の開閉が制御されるが、本実施例においては、パルス信号の高レベルの時にスイッチ22が閉となり、低レベルの時に開となるように構成しておく。この結果、加算器40の出力が高くなるとパルス信号の高レベルの時間が短くなるのでスイッチ22の閉じている時間も短くなって、太陽電池10の発電電圧V_cが高くなる。反対に、加算器40の出力が低くなるとスイッチ22の閉じている時間が長くなり、発電電圧V_cも低くなる。

【0035】また、加算器40では積分器38の出力にディザ回路34の出力信号が加え合わせられているので、その出力はディザ回路34の出力信号と同じ周期で振動している。このため、制御信号S_cであるパルス信号のデューティ比も同様に振動し、太陽電池10の発電電圧V_cも同じ周期で振動する。この結果、充電電流I_bもディザ回路34の出力信号と同じ周期で振動することになる。この様子が図3に示される。

【0036】一方、比較器36では、サンプルホールド回路30のサンプルホールド値から、サンプルホールド回路32のサンプルホールド値が減算されるので、ディザ回路34の出力信号の最大値のタイミングAにおける充電電流I_bと最小値のタイミングBにおける充電電流I_bとの大小によってその出力信号の正負が決まる。すなわち比較器36の出力は、充電電流I_bが太陽電池10の発電電圧V_cの増加とともに増加する時は正になり、減少する時は負になる。

【0037】前述した図9によれば、発電電圧V_cが最適値V_pより低い場合には充電電流I_bが発電電圧V_cの増加とともに増加し、発電電圧V_cが最適値V_pより高い場合には充電電流I_bは発電電圧V_cが増加すると減少する。従って、以下発電電圧V_cが最適値V_pより低い場合と高い場合に分けて説明する。

【0038】図4には、図9に示された発電電圧対発電電力の関係のうち、発電電圧V_cが最適値V_pより低い場合が示される。発電電力Pは、発電電圧V_cが高くなると増加し、充電電流I_bも増加するが、反対に発電電圧V_cが低くなると充電電流I_bは減少する。

【0039】ディザ回路34からは、図5(a)に示されるような周期信号が発生され、これが加算器40で積分器38の出力に加算される。この結果、図3に示されるように、充電電流I_bも同じ周期で振動することになるが、前述のように加算器40の出力の高低と発電電圧

V_cの高低とは同じタイミングなので、ディザ回路34の出力信号の最大値、最小値のタイミングA、Bと充電電流I_bの極大、極小のタイミングとは一致している。この様子が図5(b)に示される。図5(b)では、充電電流I_bが増加傾向にある場合が示されているが、減少傾向にある場合でも、ディザ回路34の出力信号の最大値、最小値のタイミングA、Bと充電電流I_bの極大、極小との関係は同様である。

【0040】比較器36ではタイミングAにおける充電電流I_bからタイミングBにおける充電電流I_bが減算される。上記説明の通り、充電電流I_bはタイミングAで極大、タイミングBで極小となるので、比較器36の出力は、図5(c)に示されるように常に正となる。これは、図5(b)に示されるような充電電流I_bが増加傾向にある場合に限りならず、減少傾向にある場合でも同じ結果になる。この結果、積分器38の出力は、図5(d)に示されるように増加して行く。

【0041】この積分器38の出力にディザ回路34の出力が加算器40で加算された様子が図5(e)に示される。加算器40の出力はディザ回路34の出力信号と同じ周期で振動しながら増加している。

【0042】以上の結果、太陽電池10の発電電圧V_cもディザ回路34の出力信号と同じ周期で振動しながら増加し、最適値V_pに向かって上昇して行く。この様子が図5(f)に示される。この時、発電電圧V_cは最適値V_pより低いので、充電電流I_bも、図3に示されるように、発電電圧V_cに伴って振動しながら増加し、その最大値I_{max}に向かって上昇して行く。

【0043】次に、図9に示された発電電圧対発電電力の関係のうち、発電電圧V_cが最適値V_pより高い場合について説明する。図6にはこの場合が示されており、発電電力Pは、発電電圧V_cが高くなると減少し、充電電流I_bも減少するが、反対に発電電圧V_cが低くなると充電電流I_bは増加する。

【0044】図7(a)には、図5aと同じディザ回路34の出力信号が示され、図7(b)にはこの出力信号と同じ周期で振動する充電電流I_bが示される。ただし、図7(b)では、ディザ回路34の出力信号の最大値のタイミングAで充電電流I_bが極小となり、最小値のタイミングBで極大となっていることが図5(b)と異なる点である。なお、図7(b)では、充電電流I_bが増加傾向にある場合が示されているが、減少傾向にある場合でも同様である点は図5(b)と同じである。

【0045】この結果、比較器36では、充電電流I_bの極小値から極大値を減算することになり、比較器36の出力は図7(c)に示されるように常に負となる。従って、図5(c)とは逆の結果になっている。

【0046】この比較器36の出力が積分器38で積分されるので、図7(d)に示されるように、積分器38の出力は減少して行く。

【0047】積分器38の出力には、ディザ回路34の出力が加算器40で加算されるが、その様子が図7

(e)に示される。加算器40の出力はディザ回路34の出力信号と同じ周期で振動しながら減少している。

【0048】以上の結果、太陽電池10の発電電圧V_cもディザ回路34の出力信号と同じ周期で振動しながら減少し、最適値V_pに向かって低下して行く。この様子が図7(f)に示される。この時、発電電圧V_cは最適値V_pより高いので、充電電流I_bは、図3に示されるように、発電電圧V_cに伴って振動しながら増加し、その最大値I_{max}に向かって上昇して行く。

【0049】以上の説明の通り、発電電圧V_cが最適値V_pより低い場合も高い場合も、本実施例の制御方式により、常に発電電圧V_cが最適値V_pに近付くように制御され、充電電流I_bも最大値I_{max}に収束して行く事がわかる。この様子が、図3に示される。尚、図9に示されるように、最適値V_pの付近では、発電電圧V_cが変化しても発電電力Pはあまり変化しない。この結果、図3に示されるように、充電電流I_bがI_{max}に近付くと、その振幅は小さくなる。

【0050】以上説明した実施例では、装置を全てアナログで構成しているので、装置を小型化することができる。このため太陽電池10の各セルに1個づつ蓄電装置を装備することができる。このようにすると、太陽電池10の各セルごとに最適な制御が可能となり、より効率的な運転が可能となる。

【0051】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、蓄電池の充電電流のみを検出し、この充電電流が最大値となるように制御する構成としたので、蓄電池の電圧を読む方法に比べて回路構成が簡単になり信頼性が向上するとともにコストを低くすることができる。

【0052】また、請求項2記載の発明によれば、全てアナログ回路で構成したので、マイコン等の高価な回路を用いる必要がなく、低コストで高い信頼性が得られる。更に、装置を小型化でき消費電流を低くおさえることができるので、光が弱い時等には特に有利である。

【0053】また、請求項3記載の発明によれば、太陽電池の制御をきめ細かく実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による太陽電池発電電力の蓄電装置の基本構成を示す回路図である。

【図2】図1の実施例の制御回路を示すブロック図である。

【図3】図1の実施例における蓄電池充電電流の制御の説明図である。

【図4】発電電圧V_cが最適値V_pより低い場合の発電電圧対発電電力の関係を示す図である。

【図5】本発明の制御方法の説明図である。

【図 6】発電電圧 V_c が最適値 V_p より高い場合の発電電圧対発電電力の関係を示す図である。

【図 7】本発明の制御方法の説明図である。

【図 8】太陽電池の電圧-電流特性図である。

【図 9】太陽電池の電圧-電力特性図である。

【図 10】太陽電池の電池温度-電力最大電圧特性図である。

【図 11】従来の太陽電池の発電電圧制御方式を示すブロック図である。

【図 12】従来の太陽電池の発電電力制御方式を示すブロック図である。

【符号の説明】

10 太陽電池

12 蓄電池

22 スイッチ

23 変圧手段

24 制御回路

28 電圧計

30、32 サンプルホールド回路

34 ディザ回路

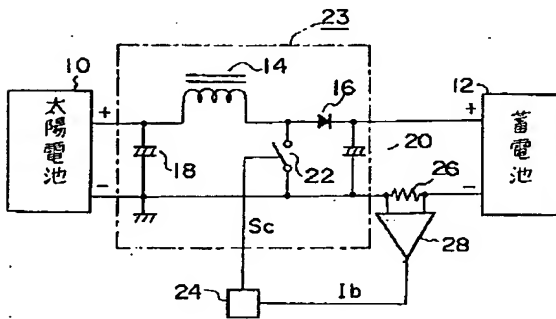
36、42 比較器

38 積分器

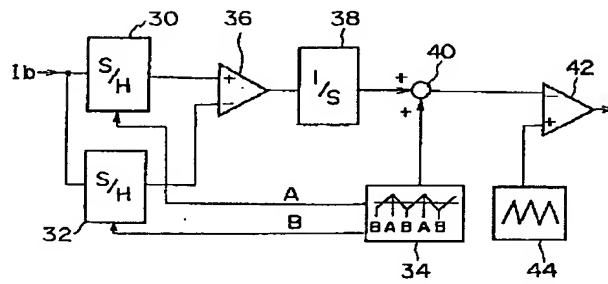
40 加算器

44 三角波信号発信器

【図 1】



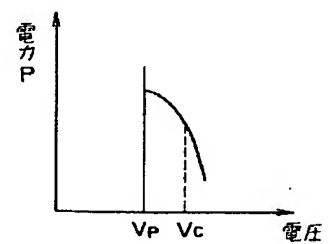
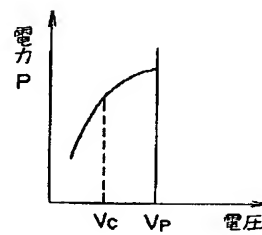
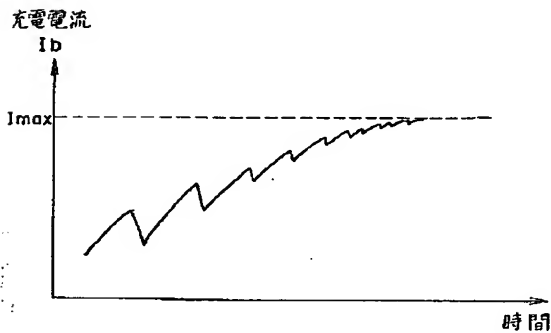
【図 2】



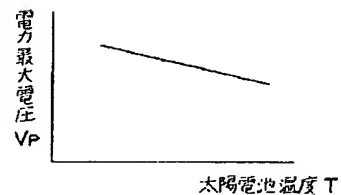
【図 4】

【図 6】

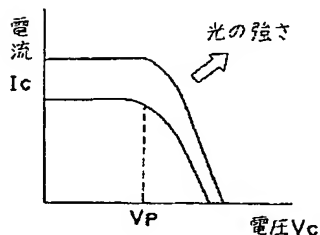
【図 3】



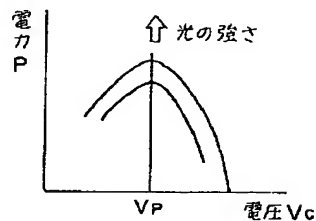
【図 10】



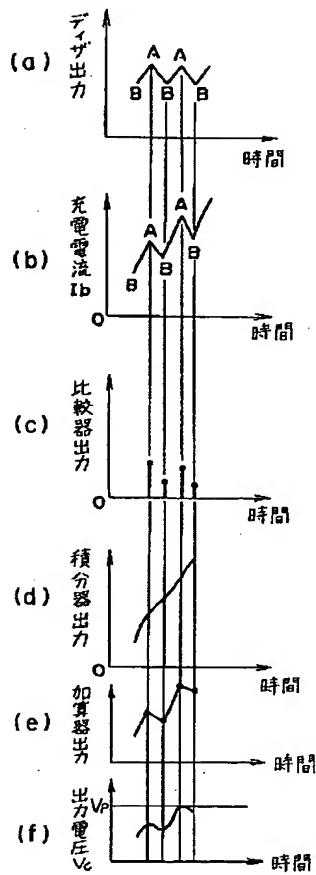
【図 8】



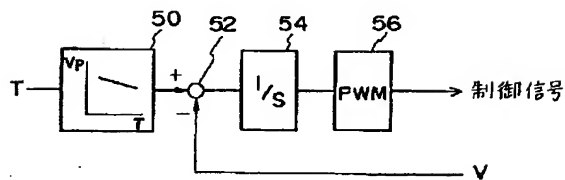
【図 9】



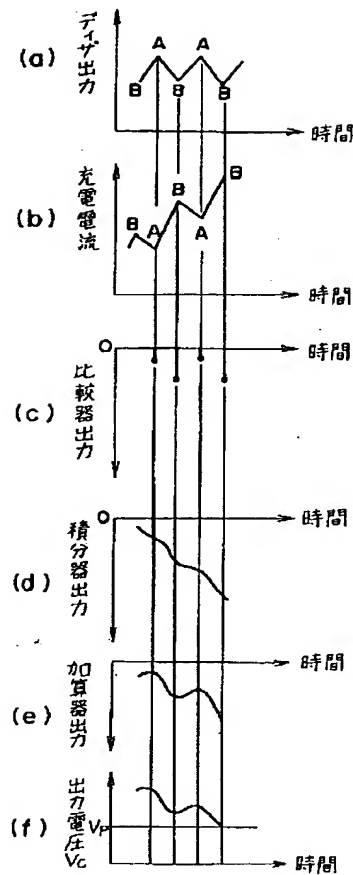
【図 5】



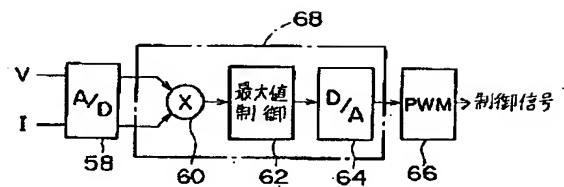
【図 11】



【図 7】



【図 12】



THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)